

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 520 100 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.07.2006 Patentblatt 2006/30**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/20** (2006.01) **F02M 57/02** (2006.01)  
**F02M 47/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03720255.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2003/001101**

(22) Anmeldetag: **03.04.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/003377 (08.01.2004 Gazette 2004/02)**

### (54) EINRICHTUNG ZUR NADELHUBDÄMPFUNG AN DRUCKGESTEUERTEN KRAFTSTOFFINJEKTOREN

DEVICE FOR ATTENUATING THE STROKE OF THE NEEDLE IN PRESSURE-CONTROLLED FUEL  
INJECTORS

DISPOSITIF PERMETTANT D'AMORTIR LA COURSE DE L'AIGUILLE SUR DES INJECTEURS DE  
CARBURANT COMMANDES PAR PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **29.06.2002 DE 10229415**

(72) Erfinder: **MAGEL, Hans-Christoph**  
**72793 Pfullingen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.04.2005 Patentblatt 2005/14**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 135 872 DE-A- 19 910 970**  
**US-A- 5 803 370 US-B1- 6 269 795**

**EP 1 520 100 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pumpe-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten auch Speichereinspritzsysteme zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme (Common-Rail) ermöglichen in vorteilhafter Weise, den Einspritzdruck an Last- und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine anzupassen. Zur Erzielung hoher spezifischer Leistungen und zur Reduktion der Emissionen der Verbrennungskraftmaschine ist generell ein möglichst hoher Einspritzdruck erforderlich.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus Gründen der Festigkeit ist das erreichbare Druckniveau bei heute eingesetzten Speichereinspritzsystemen z.Zt. auf etwa 1.600 bar begrenzt. Zur weiteren Drucksteigerung an Speichereinspritzsystemen kommen an Common-Rail-Systemen Druckverstärker zum Einsatz.

**[0003]** EP 0 562 046 B1 offenbart eine Betätigungs- und Ventilanordnung mit Bedämpfung für eine elektronisch gesteuerte Einspritzeinheit. Die Betätigungs- und Ventilanordnung für eine hydraulische Einheit weist einen elektrisch erregbaren Elektromagneten mit einem festen Stator und einem bewegbaren Anker auf. Der Anker weist eine erste und eine zweite Oberfläche auf. Die erste und die zweite Oberfläche des Ankers definieren einen ersten und einen zweiten Hohlraum, wobei die erste Oberfläche des Ankers dem Stator zuweist. Es ist ein Ventil vorgesehen, welches mit dem Anker verbunden ist. Das Ventil ist in der Lage, aus einem Sumpf ein hydraulisches Betätigungsfluid an die Einspritzvorrichtung zu leiten. Ein Dämpfungsfluid kann in bezug auf einen der Hohlräume der Elektromagnetanordnung dort gesammelt werden bzw. von dort auch wieder abgelassen werden. Mittels eines in eine Zentralbohrung hineinragenden Bereiches eines Ventiles kann die Strömungsverbindung des Dämpfungsfluides proportional zu dessen Viskosität selektiv freigegeben bzw. verschlossen werden.

**[0004]** DE 10218635 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Diese wird an einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt. Die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine werden über Kraftstoffinjektoren mit Kraftstoff versorgt. Die Kraftstoffinjektoren werden über eine Hochdruckquelle beaufschlagt; ferner umfasst die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß DE 10218635 einen Druckübersetzer, der einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweist, welcher einen an die Hochdruckquelle anschliessbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum trennt. Der

Kraftstoffdruck im Hochdruckraum lässt sich durch Befüllen eines Rückraumes des Druckübersetzers mit Kraftstoff bzw. durch Entleerung dieses Rückraumes von Kraftstoff variieren.

**[0005]** Der Kraftstoffinjektor umfasst einen beweglichen Schliesskolben zum Öffnen bzw. Verschliessen der dem Brennraum zuweisenden Einspritzöffnungen. Der Schliesskolben ragt in einen Schliessdruckraum hinein, so dass dieser mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist. Dadurch wird eine den Schliesskolben in Schliessrichtung beaufschlagende Kraft erzeugt. Der Schliessdruckraum und ein weiterer Raum werden durch einen gemeinsamen Arbeitsraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Arbeitsraumes permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind.

**[0006]** Mit dieser Lösung kann durch Ansteuerung des Druckübersetzers über dessen Rückraum erreicht werden, dass die Ansteuerungsverluste im Kraftstoffhochdrucksystem im Vergleich zu einer Ansteuerung über einen zeitweise mit der Kraftstoffhochdruckquelle verbundenen Arbeitsraum kleingehalten werden können. Ferner wird der Hochdruckraum nur bis auf das Druckniveau des Hochdruckspeicherraumes entlastet und nicht bis auf Leckargedruckniveau. Dies verbessert einerseits den hydraulischen Wirkungsgrad, andererseits kann ein schnellerer Druckaufbau bis auf das Systemdruckniveau erfolgen, so dass die zwischen den Einspritzphasen liegenden zeitlichen Abstände erheblich verkürzt werden können.

**[0007]** Die US 5803370 offenbart Einspritzventile mit einem Dämpfungselement mit einem Überströmkanal.

**[0008]** Die EP 135872 beschreibt eine Einspritzdüse mit einem Dämpfungselement dessen Überströmkanal in den Druckraum mündet.

**[0009]** Bei druckgesteuerten Common-Rail-Einspritzsystemen mit Druckübersetzer tritt das Problem auf, dass die Stabilität in den Brennraum einzuspritzenden Einspritzmengen, besonders die Darstellung sehr kleiner Voreinspritzmengen, die im Rahmen einer Voreinspritzung erforderlich sind, nicht zuverlässig gewährleistet ist. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Düsennadel bei druckgesteuerten Einspritzsystemen sehr schnell öffnet. Daher können sich sehr kleine Streuungen in der Ansteuerdauer des Steuerventiles stark auf die Einspritzmenge auswirken.

**[0010]** Angesichts weiter steigender Anforderungen an die Emissions- und Geräuschentwicklung selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen sind weitere Maßnahmen am Einspritzsystem erforderlich, um die in naher Zukunft zu erwartenden verschärften Grenzwerte zu erfüllen.

### Darstellung der Erfindung

**[0011]** Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff lässt sich die Öffnungsgeschwindigkeit eines Einspritzventilgliedes wie z.B. einer Düsennadel dämpfen, ohne das ein

schnelles Schliessen des Einspritzventilgliedes beeinträchtigt würde. Ein mit verringerter Öffnungsgeschwindigkeit erfolgendes Öffnen eines Einspritzventilgliedes verbessert die Kleinstmengenfähigkeit eines Kraftstoffinjektors erheblich. Lassen sich kurze Einspritzungsabstände erreichen, können Kleinstmengen auch im Rahmen mehrfacher Voreinspritzungen in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine erfolgen.

**[0012]** Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung bleibt ohne Rückwirkung hinsichtlich eines schnell ablaufendes Schliessvorganges des Einspritzventilgliedes. Ein schnelles Schliessen des Einspritzventilgliedes beeinflusst die Emissionswerte einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine günstig, da in einem fortgeschrittenen Stadium der Verbrennung kein Kraftstoff mehr in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine gelangt. Der im Brennraum befindliche Kraftstoff kann vollständig umgesetzt werden; unzulässig hohe HC-Werte werden ebenso wie die Rußbildung durch ein schnelles Schliessen des Einspritzventilgliedes unterdrückt. Ein schnelles Nadelverschluss begünstigt ferner einen flachen Verlauf der Mengenkennlinien des in den Brennraum einzuspritzenden Kraftstoffes beim ballistischen Betrieb des Einspritzventilgliedes, d.h. während der Hubbewegung zwischen seinem oberen Anschlag und seinem brennraumseitigen Sitz. Ein flacher Verlauf der Mengenkennlinie erhöht ferner die Zumessungsgenauigkeit des in den Brennraum einzubringen Kraftstoffes erheblich, da Abweichungen hinsichtlich der Ansteuerung des Einspritzventilgliedes keine starke Veränderung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge zur Folge haben. Im Gegensatz dazu führen Abweichungen hinsichtlich der Ansteuerung des Einspritzventilgliedes bei steil verlaufenden Mengenkennlinien dazu, dass diese Abweichungen mit einer starken Zunahme der in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzten Kraftstoffmenge einhergehen. Dabei ist die Ausbildung der vorgeschlagenen Einrichtung zur Dämpfung eines Einspritzventilgliedes mit einem weiteren Befüllungspfad vorteilhaft. Dies ermöglicht es, dass ein Dämpfungselement sehr schnell in seiner Ausgangsstellung zurückfährt und damit eine Dämpfungswirkung, d.h. eine Verringerung der Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes erreicht wird und so dicht aufeinander folgende Mehrfacheinspritzungen realisiert werden können, z.B. im Rahmen einer doppelten Voreinspritzung.

**[0013]** Wird die erfindungsgemäß vorgeschlagene Einrichtung an einem druckübersetzten Kraftstoffinjektor eingesetzt, ergibt sich ein Einspritzsystem mit hohem Einspritzdruck, einem guten hydraulischen Wirkungsgrad und einer stark verbesserten Kleinstmengenfähigkeit. Die vorgeschlagene Einrichtung zur Hubdämpfung eines Einspritzventilgliedes ist ferner an weiteren druckgesteuerten Einspritzsystemen, wie z.B. an Pumpe-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten sowie Verteilereinspritzpumpen als auch an Common-Rail-Systemen mit Kraftstoffinjektoren ohne Druckverstärker

einsetzbar.

#### Zeichnung

**[0014]** Anhand der Zeichnung wird die erfindungsgemäße Lösung nachfolgend eingehender beschrieben. Es zeigt:

Figur 1 eine Einrichtung zur Hubdämpfung an einem Einspritzventilglied mit einem im Dämpfungselement ausgebildeten Befüllpfad eines Dämpfungsraumes und

Figur 2 eine erfindungsgemäße Ausführungsvariante einer Einrichtung zur Hubdämpfung eines Einspritzventilgliedes mit einem Dämpfungselement, welches zwei Befüllpfade zur Befüllung eines hydraulischen Dämpfungsraumes umfasst.

#### Ausführungsvarianten

**[0015]** Figur 1 ist eine Einrichtung zur Hubdämpfung eines Einspritzventilgliedes mit einem Dämpfungselement zu entnehmen, welches einen Befüllungspfad für einen hydraulischen Dämpfungsraum umfasst.

**[0016]** Die Beschreibung der Einrichtung zur Dämpfung der Hubbewegung eines Einspritzventilgliedes erfolgt anhand eines Kraftstoffinjektors mit Druckübersetzer. Die Einrichtung zur Dämpfung der Hubbewegung, insbesondere hinsichtlich einer Verringerung von dessen Öffnungsgeschwindigkeit, lässt sich auch an anderen Kraftstoffeinspritzsystemen wie beispielsweise Pumpe-Düse-Systemen als auch an Pumpe-Leitungs-Düse-Systemen, Verteilereinspritzpumpen sowie auch an Hochdruckspeichereinspritzsystemen (Common-Rail) Einspritzanlagen einsetzen, deren Kraftstoffinjektor keinen Druckübersetzer umfassen.

**[0017]** Der in Figur 1 dargestellte druckübersetzte Kraftstoffinjektor 1 wird über einen hier nur schematisch dargestellten Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt. Vom Innenraum des Hochdruckspeicherraumes 2 erstreckt sich eine Zuleitung 9 zu einem Druckübersetzer 5, der in den Kraftstoffinjektor 1 gemäß der in Figur 1 wiedergegebenen Ausführungsvariante integriert ist. Der Druckübersetzer 5 ist von einem Injektorkörper 3 des Kraftstoffinjektors 1 umschlossen. Der Kraftstoffinjektor 1 umfasst ferner ein Zumessventil 6, welches in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Kraftstoffinjektors als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet ist. Anstelle eines hier schematisch wiedergegebenen 3/2-Wege-Ventiles lässt sich auch ein 2/2-Wege-Ventil einsetzen. Das Zumessventil 6 kann sowohl als ein Magnetventil ausgebildet sein als auch über einen Piezoaktor betätigt werden. Daneben kann das Zumessventil 6 auch als Servoventil oder als direkt schaltendes Ventil ausgebildet sein. Im unteren Bereich des Kraftstoffinjektors 1, sich an den Injektorkörper 3 anschliessend, ist ein Düsenkörper

per 4 ausgebildet, welcher ein Einspritzventilglied 34 aufnimmt, über welches der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in den Brennraum 7 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Das Einspritzventilglied 34 kann als eine einteilige oder auch als eine mehrteilig konfigurierte Düsenadel ausgebildet sein. Vom Zumessventil 6 aus erstreckt sich ein mit Bezugszeichen 8 bezeichneter niederdruckseitiger Rücklauf zu einem in Figur 1 nicht dargestellten Kraftstoffservoir, so z.B.: dem Kraftstofftank eines Kraftfahrzeuges.

**[0018]** Der über die Zuleitung 9, in welcher eine Druckschwankungen dämpfende Drosselstelle 42 integriert sein kann, über den Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) beaufschlagbare Druckübersetzer 5 umfasst einen Arbeitsraum 10, in welchen die Zuleitung 9 mündet. Der Druckübersetzer 5 umfasst ferner einen Stellraum 11. Der Arbeitsraum 10 und der Stellraum 11 des Druckübersetzers 5 sind durch eine Kolbeneinheit 12 voneinander getrennt. Die Kolbeneinheit 12 umfasst in der Ausführungsvariante des Druckübersetzers gemäß Figur 1 einen ersten Teilkolben 13 sowie einen zweiten Teilkolben 14. Die untere Stirnseite 14.1 des zweiten Teilkolbens 14 beaufschlagt einen Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5. Im Stellraum 11 des Druckübersetzers 5 ist ein Rückstellfederelement 17 aufgenommen, welches sich einerseits an der als Widerlager 16 dienenden Bodenfläche des Stellraumes 11, d.h. an einer Ringfläche innerhalb des Injektorkörpers 3 abstützt und andererseits an einem am zweiten Teilkolben 14 ausgebildeten Anschlag 18 anliegt. Die Kolbeneinheit 12 des Druckübersetzers 5 kann sowohl als einstückiges Bauteil als auch - wie in Figur 1 dargestellt - als mehrteiliges Bauteil ausgebildet sein. Der Durchmesser des ersten Teilkolbens 13 ist in einem größeren Durchmesser ausgeführt, als der Durchmesser des zweiten Teilkolbens 14, dessen untere Stirnseite 14.1 den Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 begrenzt.

**[0019]** Vom Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 erstreckt sich eine Zuleitung 19 zum Zumessventil 6, welches in der in Figur 1 dargestellten Stellung in Offenstellung steht, so dass vom Arbeitsraum 10 über die Zuleitung 19 zum Zumessventil 6 und eine Steuerleitung 20 Kraftstoff in den Stellraum 11 des Druckübersetzers 5 strömt.

**[0020]** Der über den zweiten Teilkolben 14 druckbeaufschlagbare Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 steht über eine Verbindungsleitung 21 mit einem im Düsenkörper 4 des Kraftstoffinjektors 1 ausgebildeten Düsenraum 22 in Verbindung. Der Düsenraum 22 umgibt das bevorzugt als Düsenadel ausgebildete Einspritzventilglied 34 im Bereich einer am Außenumfang des Einspritzventilgliedes 34 ausgebildeten Druckschulter 37. Vom Düsenraum 22 erstreckt sich ein Ringspalt 38 in Richtung auf die Spitze 39 des Einspritzventilgliedes. Entlang dieses Ringspaltes 38 strömt der unter sehr hohem Druck stehende Kraftstoff am Düsenraum 22 zum brennraumseitigen Sitz 40 des Einspritzventil-

gliedes 34. Unterhalb des brennraumseitigen Sitzes 40 des Einspritzventilgliedes sind in den Brennraum 7 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mündende Einspritzöffnungen 39 ausgebildet. Die Einspritzöffnungen 39 werden bevorzugt als konzentrische Lochkreise ausgebildet, so dass eine feine Zerstäubung des in den Brennraum 7 eingebrachten Kraftstoffes gewährleistet ist.

**[0021]** An der dem brennraumseitigen Sitz 40 des Einspritzventilgliedes 34 gegenüberliegenden Seite ist dem Einspritzventilglied 34 ein weiterer hydraulischer Raum 23 zugeordnet. Der weitere hydraulische Raum 23 nimmt sowohl ein erstes Federelement 32 als auch ein zweites Federelement 33 auf. Das mit Bezugszeichen 33 identifizierte zweite Federelement beaufschlagt eine Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes. Das zweite Federelement 33 stützt sich an der Oberseite des weiteren hydraulischen Raumes 23 innerhalb des Düsenkörpers 4 des Kraftstoffinjektors 1 ab.

**[0022]** Im weiteren hydraulischen Raum 23 ist ein Dämpfungselement 29 aufgenommen, welches beispielsweise in Kolbenform ausgebildet werden kann. Das Dämpfungselement 29 begrenzt mit seiner der Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 abgewandten Stirnseite einen Dämpfungsraum 28. Das Dämpfungselement 29 ist unabhängig vom Hub des Einspritzventilgliedes 34 zu diesem bewegbar. Das Dämpfungselement 29 umfasst auf seiner dem Dämpfungsraum 28 abgewandten Stirnseite eine Ringfläche 31. An der Ringfläche 31 des Dämpfungselementes 29 stützt sich das erste Federelement 32 ab, welches sich mit seinem gegenüberliegenden Ende, analog zum zweiten Federelement 33, an der Decke des weiteren hydraulischen Raumes 23 innerhalb des Düsenkörpers 4 abstützt. Das Dämpfungselement 29 und die Stirnseite 35 liegen im weiteren hydraulischen Raum 23 entlang einer Trennfuge 36 aneinander an. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante sind die die Trennfuge 36 bildenden Flächen, d.h. die Unterseite der Ringfläche 31 und die Stirnseite 35 im oberen Bereich des Einspritzventilgliedes 34 als Planflächen ausgebildet.

**[0023]** Vom weiteren hydraulischen Raum 23 erstreckt sich ein Befüllpfad 26, in welchem ein Rückschlagventil 27 angeordnet ist zum Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5, welcher durch den Befüllpfad 26 mit Kraftstoff befüllt werden kann. Darüber hinaus ist der weitere hydraulische Raum 23 über eine Überströmleitung 24 mit dem Stellraum 11 des Druckübersetzers 5 verbunden.

**[0024]** Im Ruhezustand des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffeinspritzsystems ist das Zumessventil 6 nicht angesteuert und es findet keine Einspritzung am brennraumseitigen Ende des Einspritzventilgliedes 34 in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine statt. Der im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 (Common-Rail) herrschende Druck steht über die Zuleitung 9 im Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 an. Ferner steht der im Arbeitsraum 10 herrschende

Druck über die Zuleitung 19 am Zumessventil 6 an und über dieses via Steuerleitung 20 auch im Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5. Darüber hinaus steht der im Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 anstehende Druck, der den im Innenraum des Hochdruckspeicherraumes 2 (Common-Rail) herrschenden Druck entspricht, über die Überströmleitung 24 auch im weiteren hydraulischen Raum 23 innerhalb des Düsenkörpers 4 an. Über den Befüllpfad 26 des darin aufgenommene Rückschlagventil 27 steht der Raildruck, d.h. der im Innenraum des Hochdruckspeicherraumes 2 herrschende Druck darüber hinaus im Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 an und über die Verbindungsleitung 21 auch in dem das Einspritzventilglied 34 umgebenden Düsenraum 22. Ferner steht der im Inneren des weiteren hydraulischen Raumes 23 herrschende Druck über einen eine Drosselstelle enthaltenden Überströmkanal 30 auch im Dämpfungsraum 28, der von einer Stirnseite des Dämpfungselementes 29 begrenzt wird, an.

**[0025]** Im Grundzustand sind demnach alle hydraulisch beaufschlagbaren Räume 10, 11 und 15 am Druckübersetzer 5 mit Raildruck, d.h. mit dem im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 herrschenden Druckniveau beaufschlagt und die Kolbeneinheit 12 innerhalb des Druckübersetzers 5 befindet sich in ihrem druckausgeglichenen Zustand. In diesem Zustand ist der Druckübersetzer 5 deaktiviert und es findet keine Druckverstärkung statt. In diesem Zustand wird die Kolbeneinheit 12 des Druckübersetzers 5 über ein Rückstellfederelement 17 in der Ausgangslage gehalten. Der Kompressionsraum 15 wird vom weiteren hydraulischen Raum 23 über die von diesem abzweigende Befüllleitung 26, mit integriertem Rückschlagventil 27, mit einem Kraftstoffvolumen befüllt. Durch den im weiteren hydraulischen Raum 23 herrschenden Druck wird eine hydraulische Schließkraft auf das Einspritzventilglied 34 ausgeübt. Die auf das Einspritzventilglied 34 wirkende an dessen Stirnseite 35 angreifende hydraulische Kraft kann durch die Federkraft des zweiten Federelementes 33 unterstützt werden. Daher kann dem Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 anstehende Druck, d.h. der Rail-Druck stets im das Einspritzventilglied 34 umgebenden Druckraum 22 (Düsenraum) anstehen, ohne dass das Einspritzventilglied 34 ungewollt die Einspritzöffnungen 39 zum Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine freigibt.

**[0026]** Die Zumessung des Kraftstoffes erfolgt durch eine Entlastung des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 über eine Aktivierung, d.h. eine Ansteuerung des beispielsweise als 3/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumessventiles 6. Der Steuerraum 11 wird durch eine Aktivierung des Zumessventils 6 in seine Schließstellung von der Systemdruckversorgung, d.h. vom Hochdruckspeicherraum 2 und von der Zuleitung 19 zum Zumessventil 6 getrennt und mit den niederdruckseitigen Rücklauf 8 verbunden. Der Druck im Steuerraum 11, der auch als Rückraum bezeichnet wird, nimmt ab, wodurch der Druckübersetzer 5 aktiviert wird und der Druck im

Kompressionsraum 15 und damit aufgrund der Verbindungsleitung 21 auch im Druckraum 22 ansteigt. Auch dadurch bedingt erhöht sich die in Öffnungsrichtung am Einspritzventilglied 34 an dessen Druckschulter 37 angreifende hydraulische Kraft, wobei sich gleichzeitig der Druck im weiteren hydraulischen Raum 23 aufgrund von dessen Verbindung über die Überströmleitung 24 mit dem druckentlasteten Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 abbaut und dadurch die in Schließrichtung wirkende Druckkraft auf die Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 abnimmt.

**[0027]** Aufgrund der ansteigenden hydraulischen Kraft, die an der Druckschulter 37 des Einspritzventilgliedes 34 im Druckraum 22 angreift, öffnet das Einspritzventilglied 34 druckgesteuert und gibt die Einspritzöffnungen 39 an der brennraumseitigen Spitze 39 des Einspritzventilgliedes 34 frei. Bei der Öffnungshubbewegung des Einspritzventilgliedes 34 drückt dessen Stirnseite 35, die entlang der Stoßfuge 36 an der Ringfläche 31 des Dämpfungselementes 29 anliegt, dieses nach oben, so dass dessen der Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 abgewandte Stirnseite in den Dämpfungsraum 28 einfährt. Das im Dämpfungsraum 28 enthaltene Kraftstoffkolumen strömt über den eine Drosselstelle enthaltenden Überströmkanal 30 in den weiteren hydraulischen Raum 23, Aufgrund dieser Verdrängung stellt sich eine einem zu schnellen Auffahren des Einspritzventilgliedes 34 entgegenwirkende Dämpfungskraft ein. Daraus resultiert eine Verzögerung der Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes 34. Die Nadelöffnungsgeschwindigkeit lässt sich über die Auslegung, d.h. den Durchflussquerschnitt der in der Überströmleitung 30 enthaltene Drosselstelle variieren.

**[0028]** Solange der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 druckentlastet bleibt und der Druckübersetzer 5 aktiviert ist, wird der Kraftstoff im Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers verdichtet. Der im Kompressionsraum 15 durch Einfahren des zweiten Teilkolbens 14 mit seiner Stirnseite 14.1 im Kompressionsraum 15 verdichtete Kraftstoff strömt über die Verbindungsleitung 21 in den Druckraum 22 im Injektorkörper 4 und von diesem den Ringspalt 38 entlang in Richtung auf die geöffneten Einspritzöffnungen 39 und zerstäubt in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine.

**[0029]** Zum Beenden der Einspritzung wird bei erneuter Aktivierung des Zumessventiles 6 in seine in Figur 1 dargestellte Schaltstellung der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 wieder vom niederdruckseitigen Rücklauf 8 getrennt und mit der Zuleitung 19 zum Zumessventil 6 verbunden, wodurch der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 wieder mit dem im Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) herrschenden Druckniveau beaufschlagt wird. Dadurch baut sich sowohl im Steuerraum 11 als auch im weiteren hydraulischen Raum 23 das im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 herrschende Druckniveau auf. Der mit seiner Stirnseite 14.1 in den Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 eingefahrene zweite Teilkolben 14 wird aufgrund der

Druckbeaufschlagung des Steuerraumes 11 durckausgeglichen, wodurch der Druck im Kompressionsraum 15 und damit im Druckraum 22 abnimmt. Da im weiteren hydraulischen Raum 23, bedingt durch die Verbindung des Steuerraumes 11 mit dem weiteren hydraulischen Raum 23 über die Überströmleitung 24, ebenfalls das im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 herrschende Druckniveau ansteht, ist das Einspritzventilglied 34 nunmehr hydraulisch ausgeglichen und wird durch das im weiteren hydraulischen Raum 23 angeordnete, die Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 beaufschlagende Feder geschlossen und in den brennraumseitigen Sitz 40 gedrückt. Dadurch wird die Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzöffnungen 39 in den Brennraum 7 der Verbrennungskraftmaschine beendet. Bei geeigneter hydraulischer Auslegung kann auf die die Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 wirkende Feder, d.h. auf das zweite Federelement 33 auch verzichtet werden, da dann während des Schliessens des Einspritzventilgliedes 34, d.h. während dessen Einfahren in den brennraumseitigen Sitz 40 eine hydraulische Schliesskraft erzeugt werden kann.

**[0030]** Das Einspritzventilglied 35 kann sich beim Einfahren in den brennraumseitigen Sitz 40, d.h. beim Schliessen an der Trennfuge 36 von der Ringfläche 31 des Dämpfungselementes 29 trennen. Dadurch wird ein schnelles und gedämpftes Schliessen des Einspritzventilgliedes 34 in seine die Einspritzöffnungen 39 zum Brennraum 7 verschliessende Stellung sichergestellt. Zur Verringerung der Schliessgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes 35 kann in der Überströmleitung 24 zwischen dem Steuerraum 11 des Druckübersetzers und dem weiteren hydraulischen Raum 23 eine Drosselstelle 25 vorgesehen werden. Nach dem Druckausgleich des Systems wird die Kolbeneinheit 12 des Druckübersetzers durch die Rückstellfeder 17 in ihre Ausgangslage zurückgestellt, wobei eine Befüllung des Kompressionsraumes 15 über den weiteren hydraulischen Raum 23 mittels des bereits erwähnten Befüllpfades 26 mit integriertem Rückschlagventil 27 erfolgen kann. Das bevorzugt als Dämpfungskolben ausgebildete Dämpfungselement 29 wird durch das die Ringfläche 31 beaufschlagende erste Federelement 32 in seine Ausgangsstellung zurückgestellt, wobei eine Wiederbefüllung des Dämpfungsraumes 28 über den Überströmkanal 30 mit Drosselstelle vom weiteren hydraulischen Raum 23 aus erfolgt.

**[0031]** Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsvariante einer Einrichtung zur Hubdämpfung eines Einspritzventilgliedes mit zwei im hydraulischen Dämpfungselement vorgesehenen Befüllpfaden.

**[0032]** Die in Figur 2 dargestellte weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Einrichtung zur Dämpfung der Hubbewegung eines Einspritzventilgliedes 34 entspricht hinsichtlich des Aufbaus und der Funktionsweise im wesentlichen der in Figur 1 beschriebenen Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Lösung.

**[0033]** Im Unterschied zur in Figur 1 dargestellten Einrichtung zur Dämpfung der Hubbewegung eines Einspritzventilgliedes 34, ist mit der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante eine weitere Ausführung eines Dämpfungselementes 29 dargestellt, welche auch für dicht aufeinander folgende Mehrfacheinspritzungen, wie z.B. einer doppelten Voreinspritzung wirksam ist. Die in Figur 2 dargestellte Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante dadurch, dass der Dämpfungsraum 28 im Injektor des Düsenkörpers 4 über einen weiteren, größer dimensionierten Befüllkanal 45 befüllt werden kann.

**[0034]** Im Unterschied zur in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Dämpfungselementes 29 umfasst das in Figur 2 dargestellte Dämpfungselement 29 an seiner der Stirnseite 35 des Einspritzventilgliedes 34 zuweisenden Stirnfläche eine Dichtfläche 43. Die Dichtfläche 43 kann wie in Figur 2 dargestellt mit einer balligen Kontur 44 versehen sein. Der das Dämpfungselement 29 gemäß Figur 2 durchziehende Strömungskanal 45 mündet einerseits an der Stirnseite, die den Dämpfungsraum 28 begrenzt und andererseits an der Dichtfläche 43 mit balliger Kontur 44 unterhalb der Ringfläche 31. Der das Dämpfungselement 29 coaxial zu dessen Symmetrielinie durchziehende Überströmkanal 45 umfasst einen ersten Kanalabschnitt 45.1 sowie einen zweiten Kanalabschnitt 45.2. Der erste Kanalabschnitt 45.1 ist im Vergleich zum zweiten weiteren Kanalabschnitt 45.2 in einem verringerten Durchmesser ausgebildet, wodurch dem ersten Kanalabschnitt 45.1 eine Drosselfunktion zukommen kann. Damit kann ein Prellen des Dämpfungselementes (29) unterbunden werden.

**[0035]** Analog zu in Figur 1 dargestellte Dämpfungselement 29 ist das in Figur 2 dargestellte Dämpfungselement über ein erstes Federelement 32 beaufschlagt, welches sich an der Decke des weiteren hydraulischen Raumes 23 im Düsenkörper 4 einerseits und an der Innenseite der Ringfläche 31 am Dämpfungselement 29 andererseits abstützt.

**[0036]** Beim Öffnen des Einspritzventilgliedes 34 durch einen Druckaufbau im Druckraum 22, bedingt durch Zuströmen von Kraftstoff aus dem Kompressionsraum 15 über die Verbindungsleitung 21 in den Druckraum 22 und einer auf die Druckschulter 37 des Einspritzventilgliedes 34 wirkenden Druckkraft, fährt das Einspritzventilglied 34 in Öffnungsrichtung in den weiteren hydraulischen Raum 23 ein. Dabei wird die Dichtfläche 43 an der Unterseite der Ringfläche 31 verschlossen. Damit ist der Strömungskanal 45.1 im Inneren des Dämpfungselementes 29 verschlossen. Der aus dem Dämpfungsraum 28 verdrängte Kraftstoff vermag lediglich über den zweiten Kanalabschnitt 45.2 und die eine Wandung 47 des Dämpfungselementes 29 durchsetzende Überströmleitung mit Drosselstelle 30 in den weiteren hydraulischen Raum 23 abzufließen. Auf diese Weise wird die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes 34 begrenzt und ist abhängig von der Konfiguration der

Drosselstelle, d.h. deren Durchfluss in der Wandung 47 des Dämpfungselementes 29. Beim Schliessen des Einspritzventilgliedes 34 trennt sich dessen Stirnseite 35 von der Dichtfläche 43 an der Unterseite der Ringfläche 31 des Dämpfungselementes 29. Dadurch wird die Öffnung des Strömungskanales 45.1 des Dämpfungselementes 29 in der Dichtfläche 43 freigegeben, wodurch Kraftstoff über den ersten Kanalabschnitt 45.1 und den zweiten Kanalabschnitt 45.2 in den Dämpfungsraum 28 überströmt. Auf diese Weise erfolgt ein schnelles Befüllen des Dämpfungsraumes 28, so dass das bevorzugt als Dämpfungskolben ausgebildete Dämpfungselement 29 wieder in seine Ausgangslage zurückfährt. Auf diese Weise lässt sich eine Dämpfung der Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes 35 bei dessen Öffnungsbewegung erreichen, wobei jedoch dessen schnelles Schliessen durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Einrichtung zur Dämpfung der Hubbewegung des Einspritzventilgliedes 35 nicht beeinträchtigt wird.

**[0037]** In Abwandlung zu den dargestellten Ausführungsvarianten kann die Überströmleitung 24 anstelle des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 auch mit dessen Arbeitsraum 10 verbunden werden. Ferner lässt sich ein Befüllen des Kompressionsraumes 15 des Druckübersetzers über den Befüllpfad 26 anstelle aus Raum 23 auch aus dem Steuerraum 11 oder dem Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 realisieren.

**[0038]** Die Darstellung und Beschreibung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Einrichtung zur Dämpfung der Öffnungsgeschwindigkeit eines bevorzugt als Düsenadel konfigurierten Einspritzventilgliedes 34 wurde vorstehend anhand eines druckübersetzten Kraftstoffinjektors 1 mit Druckübersetzer 5 beschrieben. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Einrichtung mit zwei unterschiedlich konfigurierten Befüllpfaden 30 bzw. 45 lässt sich auch an anderen druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzkomponenten wie z.B. Pumpe-Düse-Einheiten und Verteilereinspritzsystemen einsetzen. Ferner kann die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung zur Dämpfung der Öffnungsgeschwindigkeit eines Einspritzventilgliedes 34 unter Beibehaltung von dessen schneller Schließgeschwindigkeit in einen brennraumseitigen Sitz 40 auch an solchen Kraftstoffinjektoren 1 von Speichereinspritzsystemen eingesetzt werden, die ohne Druckübersetzer 5 ausgelegt sind.

#### Bezugszeichenliste

##### **[0039]**

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 | Kraftstoffinjektor                  |
| 2 | Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) |
| 3 | Injektorkörper                      |
| 4 | Düsenkörper                         |
| 5 | Druckübersetzer                     |
| 6 | Zumessventil                        |
| 7 | Brennraum                           |
| 8 | niederdruckseitiger Rücklauf        |

- |         |   |
|---------|---|
| 9       | Zuleitung   |
| 10      | Arbeitsraum   |
| 11      | Steuerraum  |
| 12      | Kolbeneinheit   |
| 5 13    | erster Teilkolben   |
| 14      | zweiter Teilkolben  |
| 14.1    | Stirnseite zweiter Teilkolben                                   |
| 15      | Kompressionsraum  |
| 16      | Wiederlager   |
| 10 17   | Rückstellfeder  |
| 18      | Anschlag  |
| 19      | Zuleitung Zumessventil  |
| 20      | Steuerleitung Steuerraum 11                                     |
| 21      | Verbindungsleitung Kompressionsraum 15                          |
| 15 22   | Druckraum   |
| 23      | weiterer hydraulischer Raum                                     |
| 24      | Überströmleitung Steuerraum 11 - weiterer hydraulischer Raum 23 |
| 25      | Drosselstelle (optional)  |
| 20 26   | Befüllpfad Kompressionsraum 15                                  |
| 27      | Rückschlagventil  |
| 28      | Dämpfungsraum   |
| 29      | Dämpfungselement  |
| 30      | Überströmkanal (optional mit Drosselstelle)                     |
| 25 31   | Ringfläche Dämpfungselement 29                                  |
| 32      | erstes Federelement   |
| 33      | zweites Federelement  |
| 34      | Einspritzventilglied  |
| 3 S     | Stirnseite  |
| 30 36   | Trennfuge   |
| 37      | Druckschulter   |
| 38      | Ringspalt   |
| 39      | Spitze  |
| 40      | brennraumseitiger Sitz  |
| 35 41   | Einspritzöffnungen  |
| 42      | Drosselstelle Zuleitung 9                                       |
| 43      | Dichtfläche   |
| 44      | ballige Kontur  |
| 45      | Überströmkanal  |
| 40 45.1 | erster Kanalabschnitt   |
| 45.2    | zweiter Kanalabschnitt  |
| 46      | Strömungsrichtung   |
| 47      | Wandung Dämpfungselement 29                                     |

#### **Patentansprüche**

1. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum (7) einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Kraftstoffinjektor (1), der über eine 1-toch-druckquelle (2) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagbar und über ein Zumessventil (6) betätigbar ist und ein Einspritzventilglied (34) von einem Druckraum (22) umschlossen ist, wobei das Einspritzventilglied (34) in Schliessrichtung durch eine Schliesskraft beaufschlagt ist, wobei dem Einspritzventilglied (34) ein von diesem unabhängig bewegbares Dämpfungselement (29) zugeordnet ist,

- welches einen Dämpfungsraum (28) begrenzt und mindestens einen Überströmkanal (30) zur Verbindung des Dämpfungsraumes (28) mit einem weiteren hydraulischen Raum (23) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement mit einem weiteren Befüllungspfad (45) versehen ist, wobei das Dämpfungselement (29) und das Einspritzventilglied (34) derart angeordnet sind, dass sie im Betrieb aneinander anliegen können, und wobei der weitere Befüllungspfad als durchgängiger Strömungskanal (45) ausgebildet ist, der im Dämpfungsraum (28) und an einer einer Stirnseite des Einspritzventilglieds gegenüberliegenden Fläche (43) des Dämpfungselementes mündet, wobei der Strömungskanal durch die Stirnseite des Einspritzventilglieds verschließbar ist.
2. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das den Dämpfungsraum (28) begrenzende Dämpfungselement (29) als Dämpfungskolben ausgebildet ist, der von den weiteren hydraulischen Raum (23) umgeben ist.
  3. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (29) über ein erstes Federelement (32) vorgespannt ist, welches sich an einer an das Einspritzventilglied (34) angrenzenden Ringfläche (31) abstützt.
  4. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Stirnseite (35) des Einspritzventilglieds (34) gegenüberliegende Fläche des Dämpfungselementes (29) als Dichtfläche ausgeführt ist.
  5. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Stirnseite (35) des Einspritzventilglieds (34) gegenüberliegende Fläche des Dämpfungselementes (29) als Dichtfläche (43) eine ballige Kontur aufweist.
  6. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (29) eine Drosselstelle enthaltenden Überströmkanal (30) aufweist.
  7. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überströmkanal (30) an einer im Dämpfungsraum (28) begrenzenden Seite des Dämpfungselementes (29) und an der Außenfläche des Dämpfungselementes (29) in den weiteren hydraulischen Raum (23) mündet.
  8. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (29) einen in einer Wandung (47) ausgebildeten Strömungskanal (30) aufweist.
  9. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durchgängig verlaufende Strömungskanal (45) einen ersten und einen zweiten Kanalabschnitt (45.1, 45.2) mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten aufweist.
  10. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kanalabschnitt (45.1) des durchgängigen Strömungskanales (45) als Drosselstelle dient.
  11. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im weiteren hydraulischen Raum (23) ein zweites Federelement (33) aufgenommen ist, welches das Einspritzventilglied (34) in Schliessrichtung beauftragt und in dessen brennraumseitigen Sitz (40) drückt.
  12. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der das Einspritzventilglied (34) umgebende Druckraum (22) über eine Verbindungsleitung (21) und einen Kompressionsraum (15) eines Druckübersetzers (5) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt ist, wobei der Kompressionsraum (15) seinerseits durch eine Kolbeneinheit (12) beaufschlagt ist.
  13. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbeneinheit (12) einen ersten Teilkolben (13) und einen zweiten Teilkolben (14) umfasst und ein Arbeitsraum (10) sowie einen mit einer Niederdruckseite (8) verbindbaren Steuerraum (11) voneinander trennt.
  14. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckänderung im Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) eine Druckänderung in einem Kompressionsraum (15) bewirkt.
  15. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei deaktiviertem Zumessventil (6) eine Strömungsverbindung vom Hochdruckspeicherraum (2) zum weiteren hydraulischen Raum (23) besteht.
  16. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei deaktiviertem Zumessventil (6) eine Strömungsverbindung vom Hochdruckspeicherraum (2) zum Druckraum (22) besteht.



17. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionsraum (15) über einen vom weiteren hydraulischen Raum (23) abzweigenden Befüllpfad (26) befüllbar ist und der weitere hydraulische Raum (23) über eine Überströmleitung (24) mit dem Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) verbunden ist.
18. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befüllpfad (26) zum Kompressionsraum (15) ein Rückschlagventil (27) enthält.
19. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überströmleitung (24) zwischen dem Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) und dem weiteren hydraulischen Raum (23) eine Drosselstelle (25) enthält.

## Claims

1. Device for injecting fuel into a combustion chamber (7) of an internal combustion engine having a fuel injector (1) which can be acted on by highly pressurized fuel via a high pressure source (2) and can be actuated by means of a metering valve (6), and an injection valve member (34) is enclosed by a pressure space (22), the injection valve member (34) being acted on in a closing direction by a closing force, the injection valve member (34) being assigned a damping element (29) which can move independently of said injection valve member (34), delimits a damping space (28) and has at least one overflow duct (30) for connecting the damping space (28) to a further hydraulic space (23), **characterized in that** the damping element is provided with a further filling path (45), the damping element (29) and the injection valve member (34) being arranged such that they can bear against one another during operation, and the further filling path being embodied as a through flow duct (45) which opens out in the damping space (28) and at a face (43), which faces an end side of the injection valve member, of the damping element, it being possible for the flow duct to be closed off by the end side of the injection valve member.
2. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the damping element (29) which delimits the damping space (28) is embodied as a damping piston, which is enclosed by the further hydraulic space (23).
3. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the damping element (29) is preloaded by means of a first spring element (32) which rests on an annular face (31) which adjoins the injection valve member (34).
4. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** that face of the damping element (29) which faces the end side (35) of the injection valve member (34) is embodied as a sealing face.
5. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** that face of the damping element (29) which faces the end side (35) of the injection valve member (34) has a convex contour as a sealing face (43).
6. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the damping element (29) has an overflow duct (30) which comprises a throttle point.
7. Device for injecting fuel according to Claim 6, **characterized in that** the overflow duct (30) opens out at a delimiting side, in the damping space (28), of the damping element (29), and at the outer face of the damping element (29) into the further hydraulic space (23).
8. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the damping element (29) has a flow duct (30) formed in a wall (47).
9. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the through flow duct (45) has a first and a second duct section (45.1, 45.2) having different flow cross sections.
10. Device for injecting fuel according to Claim 9, **characterized in that** the first duct section (45.1) of the through flow duct (45) serves as a throttle point.
11. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** a second spring element (33), which forces the injection valve member (34) in the closing direction and presses it into its seat (40) at the combustion chamber side, is held in the further hydraulic space (23).
12. Device for injecting fuel according to Claim 1, **characterized in that** the pressure space (22) which surrounds the injection valve member (34) is acted on by highly pressurized fuel via a connecting line (21) and a compression space (15) of a pressure converter (5), the compression space (15) itself being acted on by a piston unit (12).
13. Device for injecting fuel according to Claim 12, **characterized in that** the piston unit (12) comprises a first piston part (13) and a second piston part (14) and separates a working space (10) from a control space (11) which can be connected to a low-pressure side (8).

14. Device for injecting fuel according to Claim 13, **characterized in that** a change in pressure in the control space (11) of the pressure converter (5) effects a pressure change in a compression space (15).
15. Device for injecting fuel according to Claim 14, **characterized in that** when the metering valve (6) is deactivated, there is a flow connection from the high pressure accumulation space (2) to the further hydraulic space (23).
16. Device for injecting fuel according to Claim 12, **characterized in that** when the metering valve (6) is deactivated, there is a flow connection from the high pressure accumulation space (2) to the pressure space (22) .
17. Device for injecting fuel according to Claim 13, **characterized in that** the compression space (15) can be filled via a filling path (26) which branches off from the further hydraulic space (23), and the further hydraulic space (23) is connected to the control space (11) of the pressure converter (5) by means of an overflow line (24).
18. Device for injecting fuel according to Claim 17, **characterized in that** the filling path (26) to the compression space (15) comprises a non-return valve (27).
19. Device for injecting fuel according to Claim 17, **characterized in that** the overflow line (24) between the control space (11) of the pressure converter (5) and the further hydraulic space (23) comprises a throttle point (25).

## Revendications

1. Dispositif pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion (7) d'un moteur à combustion interne, dans lequel un injecteur de carburant (1) peut être alimenté en carburant se trouvant sous haute pression par une source haute pression (2) et actionné par une soupape de dosage (6), et une aiguille d'injecteur (34) entourée par une chambre de pression (22), est soumise à une force de fermeture dans la direction de fermeture, l'aiguille d'injecteur (34) étant associée à un élément d'amortissement (29) mobile indépendant de l'aiguille d'injecteur et qui délimite une chambre d'amortissement (28) en ayant au moins un canal de débordement (30) pour le raccordement de la chambre d'amortissement (28) avec une autre chambre hydraulique (23), **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement est pourvu d'un autre chemin de remplissage (45), l'élément d'amortissement (29) et l'aiguille d'injecteur (34) sont disposés de telle manière qu'ils puissent s'appliquer l'un sur

l'autre pendant le fonctionnement, et l'autre chemin de remplissage est un canal d'écoulement traversant (45) qui débouche dans la chambre d'amortissement (28) et sur une face (43) de l'élément d'amortissement opposée à une face frontale de l'aiguille d'injecteur, le canal d'écoulement pouvant être fermé par la face frontale de l'aiguille d'injecteur.

2. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement (29) délimitant la chambre d'amortissement (28) est un piston d'amortissement entouré par l'autre chambre hydraulique (23).
3. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement (29) est précontraint par un premier élément de ressort (32), qui s'appuie sur une face annulaire (31) adjacente à l'aiguille d'injecteur (34).
4. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la face de l'élément d'amortissement (29) opposée à la face frontale (35) de l'aiguille d'injecteur (34) forme une face d'étanchéité.
5. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la face de l'élément d'amortissement (29) opposée à la face frontale (35) de l'aiguille d'injecteur (34) présente, comme face d'étanchéité (43), un contour bombé.
6. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement (29) présente un canal de débordement (30) comportant un point d'étranglement.
7. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le canal de débordement (30) débouche dans l'autre chambre hydraulique (23) sur une face délimitant l'élément d'amortissement (29) dans la chambre d'amortissement (28) et sur la surface extérieure de l'élément d'amortissement (29).
8. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement (29) présente un canal

d'écoulement (30) formé dans une paroi (47).

9. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
le canal d'écoulement traversant (45) comprend un premier et un deuxième segment de canal (45.1, 45.2) avec des sections d'écoulement différentes. 5
10. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 9,  
**caractérisé en ce que**  
le premier segment de canal (45.1) du canal d'écoulement traversant (45) sert de point d'étranglement. 10
11. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce qu'**  
un deuxième élément de ressort (33) logé dans l'autre chambre hydraulique (23), sollicite l'aiguille d'injecteur (34) dans la direction de fermeture et la pousse dans son siège (40) côté chambre de combustion. 20
12. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
la chambre de pression (22) entourant l'aiguille d'injecteur (34) est alimentée en carburant se trouvant sous haute pression par une conduite de raccordement (21) et une chambre de compression (15) d'un convertisseur de pression (5), dans lequel la chambre de compression (5) est de son côté sollicitée par une unité de piston (12). 25
13. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 12,  
**caractérisé en ce que**  
l'unité de piston (12) comprend un premier piston partiel (13) et un deuxième piston partiel (14) et sépare l'une de l'autre une chambre de travail (10) et une chambre de commande (11) pouvant être raccordée à un côté basse pression (8). 30
14. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 13,  
**caractérisé en ce qu'**  
une variation de pression dans la chambre de commande (11) du convertisseur de pression (5) provoque une variation de pression dans une chambre de compression (15). 35
15. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 14,  
**caractérisé en ce que**  
lorsque la soupape de dosage (6) est désactivée, il existe une communication d'écoulement de la chambre d'accumulation de haute pression (2) à l'autre 40

chambre hydraulique (23).

16. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 12,  
**caractérisé en ce que**  
lorsque la soupape de dosage (6) est désactivée, il existe une communication d'écoulement de la chambre d'accumulation de haute pression (2) à la chambre de pression (22). 45
17. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 13,  
**caractérisé en ce que**  
la chambre de compression (15) peut être remplie par un chemin de remplissage (26) dérivé de l'autre chambre hydraulique (23) et l'autre chambre hydraulique (23) est raccordée à la chambre de commande (11) du convertisseur de pression (5) par une conduite de débordement (24). 50
18. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 17,  
**caractérisé en ce que**  
le chemin de remplissage (26) vers la chambre de compression (15) comporte une soupape anti-retour (27). 55
19. Dispositif pour l'injection de carburant selon la revendication 17,  
**caractérisé en ce que**  
la conduite de débordement (24) entre la chambre de commande (11) du convertisseur de pression (5) et l'autre chambre hydraulique (23) comporte un point d'étranglement (25). 60



